

**Ámbito científico-tecnológico. Módulo IV. Bloque 10. Unidad 16**  
**Circuitos eléctricos simples. Funcionamiento y elementos y magnitudes básicos. Polímetro. Representación en programas de simulación.**

*Si en cualquier momento echamos un vistazo a los diferentes objetos que nos rodean podemos darnos cuenta de que multitud de ellos funcionan con electricidad. Si, por ejemplo, enumeramos los que podemos encontrar en la cocina de nuestras casas podríamos citar el frigorífico, la lavadora, el tostador de pan, la cocina, las luces de iluminación, el microondas y un largo etcétera.*

*Si hiciéramos lo mismo hace unos años en la cocina de nuestros abuelos apenas podríamos difícilmente podríamos enumerar alguno. Esto nos hace darnos cuenta del enorme desarrollo de la electricidad durante los últimos años. Desarrollo que a día de hoy continúa y se ha visto reforzado con el desarrollo de la electrónica.*

*En esta unidad intentaremos comprender los fundamentos de la electricidad. También abordaremos el diseño de circuitos básicos que puedes encontrar en la vivienda que habites.*

Módulo IV

Unidad 16

## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1 Conocimientos previos .....	3
1.2 Objetivos didácticos .....	3
<b>2. ¿Qué es la electricidad? .....</b>	<b>3</b>
2.1 Corriente eléctrica .....	4
<b>3. Magnitudes eléctricas y sus relaciones .....</b>	<b>4</b>
3.1 Resistencia Eléctrica .....	4
3.2 Tensión, voltaje o diferencia de potencial entre dos puntos .....	5
3.3 Intensidad Eléctrica .....	5
3.4 Ley de Ohm .....	6
3.5 Potencia Eléctrica.....	7
3.6 Energía Eléctrica .....	7
<b>4. Circuito eléctrico .....</b>	<b>8</b>
4.1 Fuente de energía o generador .....	8
4.2 Receptores .....	9
4.3 Elementos de mando y conexión .....	10
4.4 Cables y Conductores .....	11
<b>5. Tipos de Circuitos .....</b>	<b>11</b>
5.1 Conexión de Resistencias.....	11
5.2 Conexión de Generadores .....	17
<b>6. Circuitos Prácticos.....</b>	<b>17</b>
6.1 Diseñar un circuito para activar un timbre.....	17
6.2 Diseñar un circuito para encender y apagar la luz de una habitación desde un único punto.....	18
6.3 Diseñar un circuito para encender y apagar dos luces de una habitación desde un único punto.....	19
6.4 Diseñar un circuito para encender y apagar dos luces de una habitación desde un único punto.....	19
<b>7. Aparatos de Medida .....</b>	<b>20</b>
7.1 Voltímetro .....	20
7.2 Amperímetro.....	21
7.3 Óhmetro .....	22
7.4 Polímetro o Multímetro .....	23
<b>8. Resumen de contenidos.....</b>	<b>25</b>
<b>9. Actividades .....</b>	<b>25</b>
9.1. Actividades Propuestas .....	25
1.2.1 Problemas sobre coeficiente de resistividad .....	26
1.2.2 Problemas sobre la ley de Ohm .....	26
1.2.3 Problemas sobre Circuitos Eléctricos.....	26

1.2.4	Problemas sobre Potencia .....	27
9.2	Actividades Complementarias.....	27
9.3	Ejercicios de autoevaluación.....	28
<b>10.</b>	<b>Solucionario.....</b>	<b>29</b>
10.1	Solucionario Actividades Propuestas .....	29
10.2	Solucionario Ejercicios Autoevaluación .....	32
<b>11.</b>	<b>Glosario .....</b>	<b>32</b>
<b>12.</b>	<b>Bibliografía y recursos .....</b>	<b>32</b>

## 1. Introducción

---

### 1.1 Conocimientos previos

Antes de empezar el estudio de la unidad son necesarios los siguientes conocimientos:

- Utilizar las fórmulas adecuadas en la resolución de problemas, despejando la magnitud conveniente si es preciso.
- Interpretar cantidades expresadas en notación científica y operar correctamente con ellas.
- Conocer los diferentes múltiplos y submúltiplos de las unidades.
- Operar con número fraccionarios.

### 1.2 Objetivos didácticos

- Conocer los principios de la energía eléctrica.
- Conocer las magnitudes eléctricas fundamentales.
- Conocer y utilizar la simbología adecuada para Interpretar esquemas eléctricos.
- Identificar las diferentes partes que componen un circuito eléctrico.

Para comprender esta unidad utilizaremos como ejemplo del tobogán, en él relacionaremos cada uno de los conceptos eléctricos con los elementos del tobogán. Según vayamos introduciendo cada concepto veremos a que podemos asimilarlo en los toboganes.

## 2. ¿Qué es la electricidad?

---

Si descompusiéramos un átomo cualquiera obtendríamos unas partículas más pequeñas e indivisibles iguales para todos los átomos, son los protones, electrones y neutrones.

Si aproximamos dos protones estos se repelen, igual que si lo hacemos con los electrones. Sin embargo si aproximamos un electrón y un protón estos se atraen. Diremos que los protones y electrones tienen una propiedad que los diferencia, ésta es la carga eléctrica, que es positiva para los protones y negativa para los electrones.

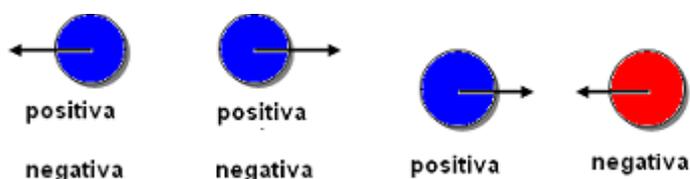


Imagen: <https://eda.educarex.es>

La electricidad estudia el comportamiento de estas cargas eléctricas, tanto en reposo como en movimiento.

## 2.1 Corriente eléctrica

Cuando las cargas eléctricas se mueven de un punto a otro diremos que hay una corriente eléctrica entre ambos puntos.

Para que se establezca una corriente eléctrica entre dos puntos es necesario que se cumplan una serie de condiciones. Condiciones que cuantificaremos mediante las magnitudes eléctricas.

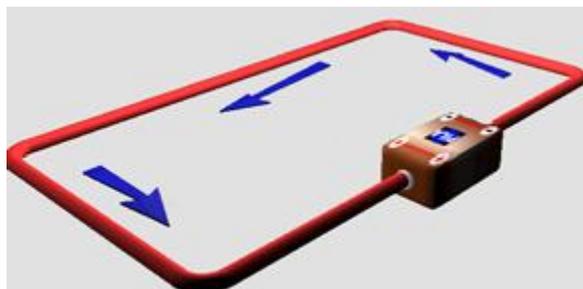


Imagen: <https://eda.educarex.es>

### Para recordar.

Imagina que tenemos un tobogán gigante por el cual nos tiramos. La resistencia eléctrica sería similar a la mayor o menor pendiente y a lo que resbale la rampa por la que nos tiramos. Cuanto más pendiente y más resbaladiza sea menor oposición a bajar tendremos.

## 3. Magnitudes eléctricas y sus relaciones

### 3.1 Resistencia Eléctrica

Todos los materiales presentan una cierta oposición al paso de las cargas eléctricas.

La propiedad que cuantifica la mayor o menor oposición de un cuerpo al paso de la corriente eléctrica es la Resistencia Eléctrica. Se representa con R y se mide en ohmios ( $\Omega$ ). Depende de:

- Naturaleza del material ( $\rho$ ), la resistencia característica de un material se mide por una magnitud llamada resistividad ( $\rho$ ). Los materiales con resistencia eléctrica pequeña serán los **conductores**, mientras que los de gran resistencia eléctrica diremos que son **aislantes**.
- La longitud de éste (l), cuanto más largo mayor resistencia presenta.
- Su sección (S), cuanto más ancho es un conductor menor es la resistencia que presenta

$$R = \rho \cdot l/S$$

### Ejercicio resuelto

Calcula la resistencia de un cable de longitud 2 metros, sección  $0,02 \text{ m}^2$  y resistividad  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ .

### Solución:

Aplicamos la expresión y sustituimos:

$$R = \rho \cdot l/S$$

$$R = (1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}) \cdot 2 \text{ m} / 0,02 \text{ m}^2 = 1,7 \cdot 10^{-6} \Omega$$

### 3.2 Tensión, voltaje o diferencia de potencial entre dos puntos

Indica el trabajo que tenemos que hacer para llevar una carga (q) desde un punto hasta otro. Se representa por la letra V y su unidad de medida es el voltio.

$$V = W/q$$

A= culombio/segundo

Para que las cargas circulen de un punto a otro es necesario que exista una diferencia de potencial entre ambos puntos. Los electrones van de los puntos de menor potencial a los de mayor potencial.

### 3.3 Intensidad Eléctrica

La **intensidad de corriente** indica la cantidad de cargas (q) que atraviesan un conductor en un cierto tiempo (t).

Se representa por la letra I. La unidad de medida de la intensidad de corriente es el **amperio (A)**. En muchas ocasiones el amperio resulta una unidad demasiado grande, por lo que se utiliza también el miliamperio (mA), que es la milésima parte del amperio.

$$1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$$

#### Para recordar.

La intensidad eléctrica sería el número de personas que nos tiramos por el tobogán en un tiempo determinado.

La expresión que informa de la intensidad de corriente es:

$$I = q/t$$

V= julio/culombio

Donde Q es la carga total y t el tiempo que tarda en pasar esa carga.

Por convenio decimos que la corriente eléctrica va de los puntos de mayor a los de menor potencial.

**Para recordar.** En nuestro tobogán la tensión sería algo parecido a la altura a la que nos subimos para tirarnos. Sólo si nos tiramos desde un punto alto a otro bajo nos moveremos espontáneamente. Si subimos de la base al punto desde el que nos tiramos nos costará un esfuerzo subir y cuanto más alto subamos más rápido podemos bajar.

### 3.4 Ley de Ohm

La ley de Ohm relaciona las tres variables eléctricas fundamentales. Tensión, Intensidad y Resistencia:

$$V=I \cdot R$$

La intensidad de corriente  $I$  en un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial o tensión que existe entre los extremos del conductor.

La tensión se mide en voltios (V), la intensidad en amperios (A) y la resistencia en ohmios ( $\Omega$ )

#### Ejercicios Resueltos

**Ejercicio 1.** Si la resistencia de un conductor es de  $50 \Omega$ , y medimos una intensidad de  $2 \text{ A}$  ¿cuál es la tensión que se habrá aplicado a la resistencia?

**Solución 1.**

$$V=I \cdot R$$

Sustituyendo:

$$V = 2\text{A} \cdot 50 \Omega = 100\text{V}$$

**Ejercicio 2.** Si por un circuito circula una intensidad de  $3 \text{ A}$  cuando lo conectamos a una fuente de alimentación de  $30 \text{ V}$  ¿cuál es la resistencia del circuito?

**Solución 2.**

Despejando la resistencia de la ley de Ohm  $V=I \cdot R$  tenemos:

$$R = V / I$$

Sustituyendo los valores del problema tenemos:

$$R=30\text{V} / 3\text{A} = 10 \Omega$$

**Ejercicio 3.** Si conectamos una resistencia de  $100\Omega$  a una fuente de alimentación de  $200\text{V}$ . Calcular la intensidad que circula por el circuito.

**Solución 3.**

Despejando la resistencia de la ley de Ohm  $V=I \cdot R$  tenemos:

$$I = V / R$$

Sustituyendo los valores del problema tenemos:

$$I = 200\text{V} / 100\Omega = 2 \text{ A}$$

### 3.5 Potencia Eléctrica

La potencia eléctrica es el trabajo producido por un generador o consumido en un receptor en la unidad de tiempo.

Se representa por la letra P. La unidad de medida de la potencia eléctrica es el **vatio (W)**. Otras unidades utilizadas son el Kilowatio (Kw) y el Megavatio (Mw)

Como el trabajo por unidad de carga es el voltaje V, y la intensidad I es la carga por unidad de tiempo, la expresión de la potencia viene dada por:

$$P = V \cdot I$$

Sustituyendo de la ley de Ohm podemos obtener otras maneras de hallar la energía en función de las magnitudes que conozcamos

$$P = V^2 / R$$

$$W = I^2 \cdot R$$

#### Para recordar.

La energía eléctrica sería igual a la energía consumida por nosotros, lo que nos hemos cansado, cuando hemos estado un cierto tiempo tirándonos por el tobogán.

### 3.6 Energía Eléctrica

La energía eléctrica es el trabajo producido por la corriente eléctrica en un receptor, o la comunicada a los electrones en un generador.

$$W = P \cdot t$$

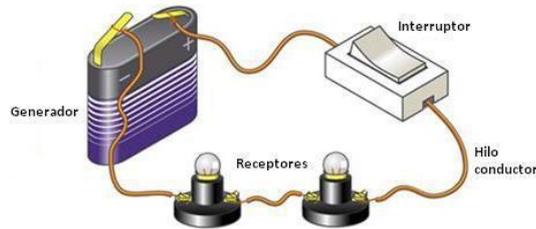
$$w = \text{voltio} \cdot \text{amperio}$$

De la expresión anterior obtenemos:

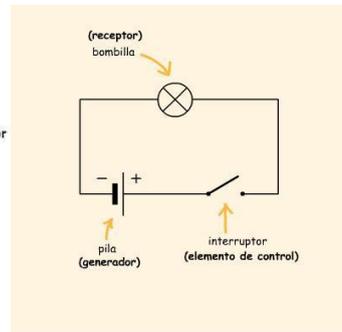
$$W = V \cdot I \cdot t$$

## 4. Circuito eléctrico

Un circuito eléctrico es una asociación de elementos que permiten el aprovechamiento de la corriente eléctrica.



Circuito simbólico



Fuente: <http://eudotec.wordpress.com>

<http://ieelectricidad.blogspot.com>

Para que por un circuito eléctrico circule corriente eléctrica es necesario que esté cerrado. Es decir, si partimos un punto del circuito e imaginamos que vamos caminando por los conductores debemos llegar al mismo punto sin dar ningún salto.

Los circuitos se representan mediante una serie de símbolos normalizados que iremos conociendo en los siguientes apartados.

En todo circuito podemos distinguir cuatro partes diferenciadas:

### 4.1 Fuente de energía o generador

Es el encargado de proporcionar la diferencia de potencial entre sus dos extremos necesaria para el movimiento espontáneo de las cargas eléctricas.

Esta energía que el generador comunica a los electrones proviene de la transformación de otros tipos de energía. Así en una pila proviene de una reacción química, en una dinamo de energía mecánica,... Cuando un generador se agota es porque se ha acabado la energía que transformábamos en eléctrica, se terminan las reacciones químicas en la pila o para moverse la dinamo.

Toda fuente de energía tiene dos polos uno positivo (+) y otro negativo (-), siendo el voltaje del positivo mayor que el del negativo.

Un aparato que es capaz de generar una tensión se denomina generador de corriente. Un ejemplo de generador de corriente es una pila.

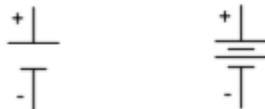
**Para recordar.**

En este caso el receptor sería igual que la rampa de bajada, es el lugar donde dejamos la energía que hemos acumulado en la subida.



**Figura: Distintos tipos de pilas** (Fuente: [Pila eléctrica - Wikipedia, la enciclopedia libre](#))

Las pilas se representan con el siguiente esquema:



## 4.2 Receptores

Son todos aquellos elementos donde aprovechamos la corriente eléctrica transformando la energía eléctrica en otro tipo de energía aprovechable.

### Tipos de receptores eléctricos

#### 4.2.1. Resistencia eléctrica

El receptor más característico es la resistencia eléctrica ya que todo cable puede reducirse a una resistencia. La energía eléctrica disipada se transforma en calor.

Su esquema es el siguiente:



La resistencia de todo el cable se representa concentrada en una sección del cable.

**Para recordar.**

El generador sería similar a un ascensor que nos cogiese en la parte baja del tobogán y no dejase en la parte alta desde la que pudiésemos tirarnos. El generador coge los electrones en el polo positivo y los deja en el negativo

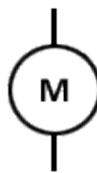
#### 4.2.2. Bombilla

En ellas la corriente eléctrica se transforma en luz. Se representa por:



#### 4.2.3. Motor eléctrico

En este receptor la energía eléctrica se transforma en movimiento de rotación. Su símbolo es:



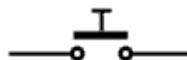
### 4.3 Elementos de mando y conexión

Permiten controlar el paso de la corriente eléctrica.

#### 4.3.1. Pulsador

Es un elemento que permite abrir o cerrar el circuito al pulsar sobre él. Al dejar de pulsar vuelve a su posición original.

Pulsadores normalmente abiertos (NA) que cierran el circuito al pulsar sobre ellos.



Pulsadores normalmente cerrados (NC) que abren el circuito al pulsar sobre ellos.



#### 4.3.2. Interruptor

Tiene dos posiciones estables que permiten abrir o cerrar el circuito eléctrico permaneciendo en esa posición hasta que lo cambiamos a la otra



### 4.3.3 Conmutador

Es un elemento con dos posiciones estables que permite conectar la entrada a dos salidas diferentes, en una posición lo conecta a una y en la otra a la segunda.



### 4.4 Cables y Conductores

Son los encargados de conectar los diferentes elementos que hemos analizado entre sí. Suelen estar fabricados en cobre con un recubrimiento exterior aislante. El cable puede reducirse a una resistencia que tenga la misma resistencia eléctrica que todo el cable. Se representan con una línea continua que une los diferentes elementos del circuito.



#### Para recordar.

Si vamos recorriendo el conductor desde el polo positivo del generador al negativo vamos atravesando una a una cada resistencia.

## 5. Tipos de Circuitos

A la hora de conectar los receptores, podemos conectarlos en **serie**, en **paralelo** o de ambas formas a la vez, conexión **mixta**.

### 5.1 Conexión de Resistencias

#### 5.1.1 Circuitos Resistencias en Serie

Decimos que las resistencias están conectadas en serie cuando la corriente que las atraviesa va pasando de una a otra de manera consecutiva.

Para tener resistencias en serie estas deben estar colocadas una a continuación de otra.



Se observa que al ser atravesadas por una corriente eléctrica pasa la misma intensidad por cada una de ellas.

Para resolver un circuito con resistencias en serie hay que reducirlo a una única resistencia equivalente por la que pase la misma intensidad, de manera que esta intensidad podamos calcularla con la ley de Ohm.



Un conjunto puede reducirse a una única resistencia cuyo valor es la suma de las resistencias conectadas.

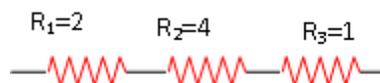
$$R_{1,2,3} = R_1 + R_2 + R_3$$

Si se funde una resistencia el resto dejan de funcionar.

**La resistencia total es mayor que cada una de las resistencias. A medida que colocamos más resistencias en serie la corriente pase con más dificultad**

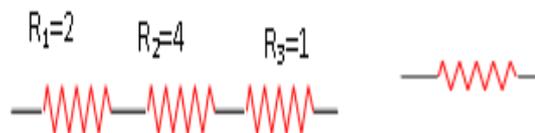
### Ejercicio resuelto.

En el circuito de la figura, calcula el valor de la resistencia equivalente. Los valores de las resistencias vienen dados en ohmios.



### Solución:

Esas tres resistencias equivaldrían a una única, cuyo valor es la suma:



$$R_{1,2,3} = R_1 + R_2 + R_3 \quad R_{1,2,3} = 2 + 4 + 1 = 7 \Omega$$

Luego equivaldría a una única de valor 7ohm.

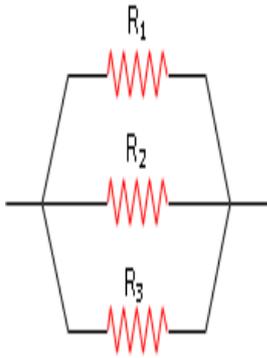
### 5.1.2 Circuitos Resistencias en Paralelo

Decimos que las resistencias están conectadas en paralelo cuando la diferencia de potencial a la que están conectadas es la misma.

Se caracterizan por estar conectadas a los mismos puntos de un circuito. Como su nombre indica, su aspecto es el de formar en paralelo.

#### Para recordar.

En nuestro tobogán bajamos toda la altura que hemos subido por tramos, bajamos un tramo, luego otro y así sucesivamente hasta llegar al suelo.



Fuente: <http://www.fotosimágenes.org>

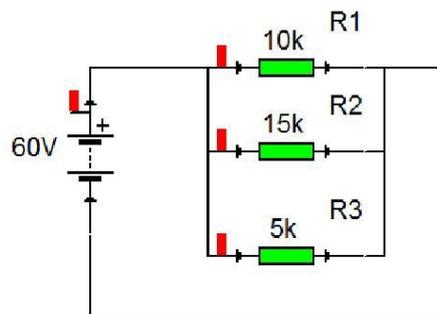
La corriente eléctrica al llegar al punto de conexión de las resistencias se repartiría por cada resistencia, al atravesar las resistencias la corriente vuelve a unirse en el punto de conexión de salida.

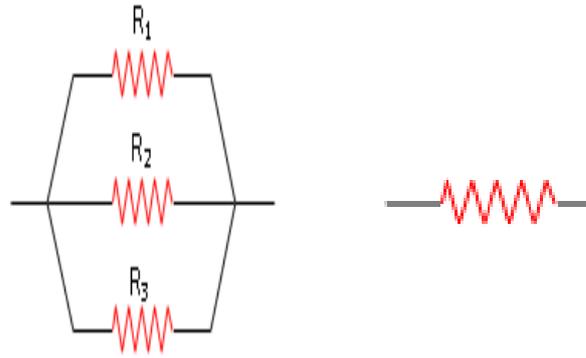
La intensidad de corriente que llega al conjunto de resistencias es igual a la suma de las intensidades por cada resistencia e igual a la intensidad de salida.

**Para recordar.**  
 Uno de los extremos de las resistencias están unidos entre sí y los otros extremos entre ellos.

$$I_{ent} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots = I_{sal}$$

Para resolver un circuito con resistencias en paralelo hay que reducirlo a una única resistencia equivalente por la que pase la misma intensidad, de manera que esta intensidad podamos calcularla con la ley de Ohm.





Un conjunto de resistencias conectadas en paralelo puede reducirse a una única resistencia, de tal forma que la resistencia equivalente se calcularía de la siguiente manera:

$$1/R_{1,2,3} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Si se funde una resistencia el resto continúan funcionando.

### Ejercicio Resuelto

En el circuito de la figura, calcular el valor de la resistencia equivalente. Los valores de las resistencias vienen dados en ohmios.

#### Solución:

Esas tres resistencias equivaldrían a una única, cuyo valor es la suma:

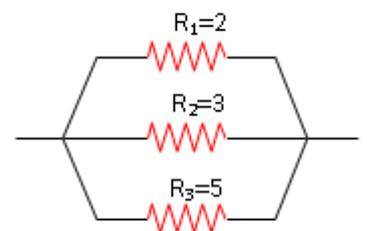
$$1/R_{1,2,3} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Sustituyendo:

$$1/R_{1,2,3} = 1/2 + 1/3 + 1/5 = (15 + 10 + 6)/30 = 31/30$$

Invirtiendo la fracción:

$$R_{1,2,3} = 30/31 = 0.96 \Omega$$



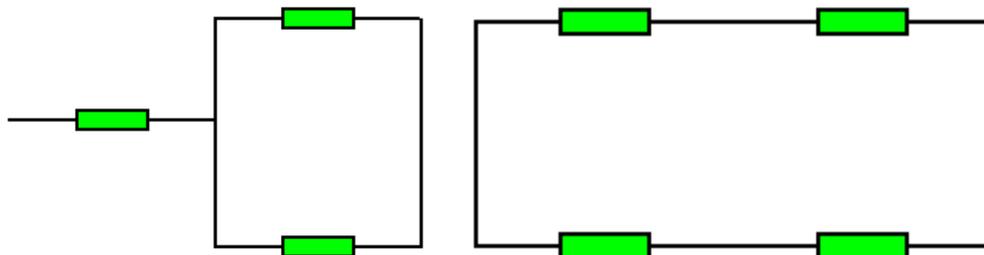
### 5.1.3 Circuitos Mixtos

Se caracterizan porque una parte del circuito está formado por resistencias conectadas en paralelo y estas unidas en serie a otras resistencias

#### Para recordar.

La resistencia total es menor que cualquiera de las resistencias. A medida que colocamos más resistencias en paralelo la corriente pase con más facilidad, ya que vamos ofreciendo caminos alternativos.

Para recordar cómo se realiza este tipo de suma de números racionales puedes revisar suma de números fraccionarios.



Fuente: <http://oleana.wordpress.com>

La corriente eléctrica atraviesa todas las resistencias conectadas en serie y al llegar al punto de conexión de las resistencias en paralelo se repartiría por cada una de estas resistencias, al atravesar las resistencias en paralelo la corriente vuelve a unirse en el punto de conexión de salida.

Para resolver estos circuitos tenemos que ir reduciendo las resistencias serie y paralelo según hemos visto en los apartados anteriores hasta que llegemos a una única resistencia, de manera que esta intensidad podamos calcularla con la ley de Ohm. A partir de este punto volvemos paso a paso hacia atrás calculando la intensidad y tensión de cada agrupación.

### Ejercicio Resuelto

En el circuito de la figura, calcular el valor de la resistencia equivalente. Los valores de las resistencias vienen dados en ohmios.

#### Solución:

Primero agrupamos las dos resistencias conectadas en paralelo:

$$1/R_{2,3} = 1/R_2 + 1/R_3$$



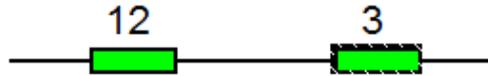
Sustituyendo:

$$1/R_{2,3} = 1/4 + 1/12 = (3 + 1)/12 = 4/12$$

Invirtiendo la fracción:

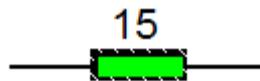
$$R_{2,3} = 12/4 = 3 \Omega$$

Sustituyendo en el circuito original obtenemos:



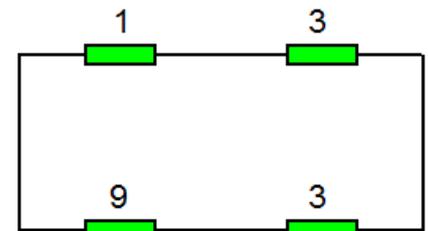
Resolviendo estas dos resistencias en serie

$$R_{1,2,3} = 12 + 3 = 15 \Omega$$



### Ejercicio Resuelto

En el circuito de la figura, calcular el valor de la resistencia equivalente. Los valores de las resistencias vienen dados en ohmios.



### Solución:

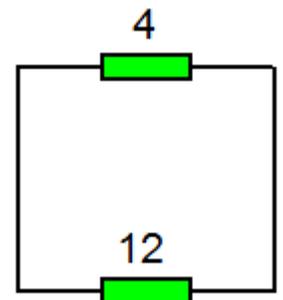
En este caso tendremos que simplificar primero las resistencias conectadas en serie.

$$R_{1,2} = R_1 + R_2$$

$$R_{1,2} = 1 + 3 = 4 \Omega$$

$$R_{3,4} = R_3 + R_4$$

$$R_{3,4} = 9 + 3 = 12 \Omega$$



Resolviendo estas dos resistencias conectadas en paralelo

$$1/R_{1,2,3,4} = 1/R_{1,2,3,4} + 1/R_{1,2,3,4}$$

$$1/R_{1,2,3,4} = 1/4 + 1/12 = (3 + 1)/12 = 4/12$$

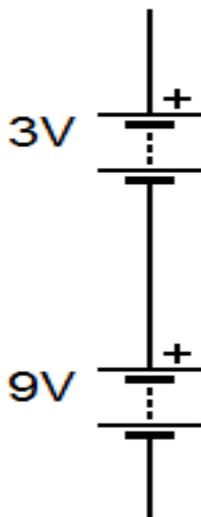


Invirtiendo la fracción:

$$R_{1,2,3,4} = 12/4 = 3 \Omega$$

## 5.2 Conexión de Generadores

### 5.2.1 Generadores en Serie



Al igual que en la conexión de resistencias colocamos unos a continuación de otros.

La intensidad que nos proporcionen pasa a por todos ellos.

$$I_{\text{ent}} = I_1 = I_2 = I_3 = I_{\text{sal}}$$

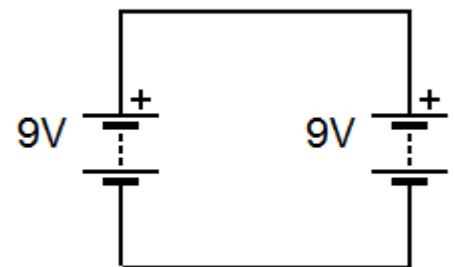
La tensión entre los extremos inicial y final es la suma de las tensiones en cada uno de ellos. Por eso conectamos en serie las pilas para que nos den más tensión.

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

### 5.2.2 Generadores en Paralelo

Se conectan de manera que sus extremos están conectados entre sí. Para poder conectarlos de ésta manera los voltajes de los generadores deben ser iguales (de otra manera cortocircuitaríamos los generadores)

La intensidad que nos proporcionen es igual a la suma proporcionada por cada uno de ellos. Por ello las pilas conectadas en paralelo tardan más en gastarse



$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

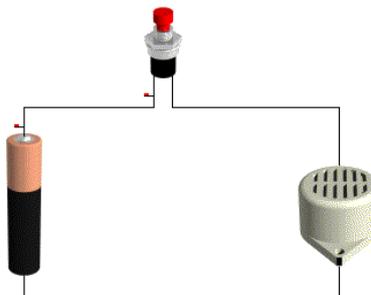
La tensión entre los extremos inicial y final es igual a la tensión en cada uno de ellos

$$V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = V_3$$

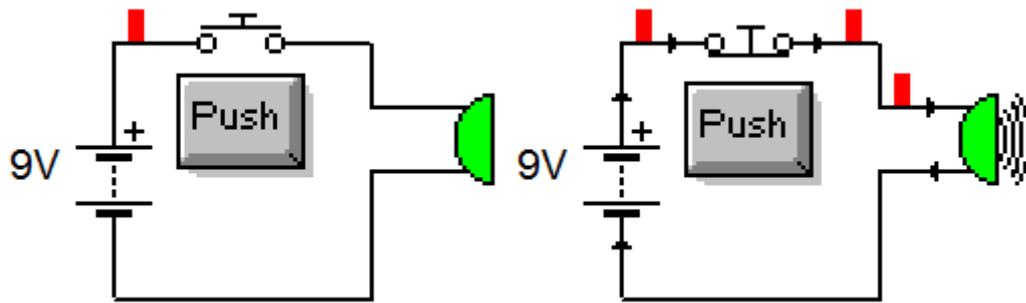
## 6. Circuitos Prácticos

### 6.1 Diseñar un circuito para activar un timbre

Necesitaremos un generador, un pulsador NA y un timbre.



Al presionar el pulsador cerramos el circuito permitiendo que la energía del generador llegue hasta el timbre.

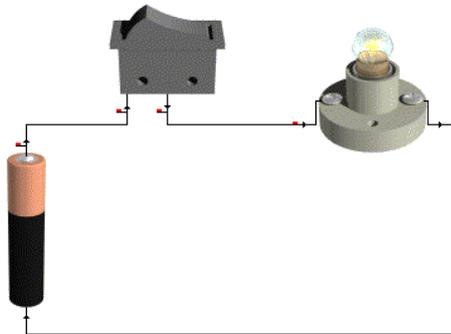


Es el circuito que permite accionar el timbre de tu casa.

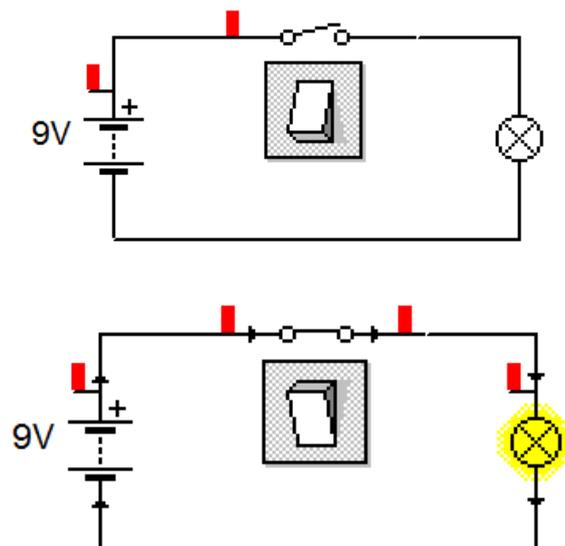
Fuente: <http://ficus.pntic.mec.es>

## 6.2 Diseñar un circuito para encender y apagar la luz de una habitación desde un único punto

Necesitaremos un generador, un interruptor y una bombilla.



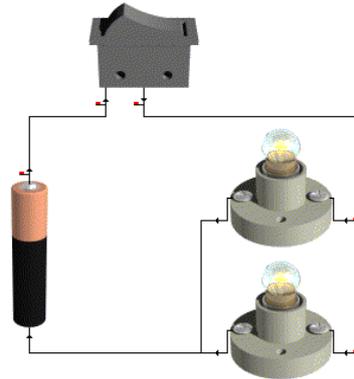
Al accionar el interruptor abriremos o cerraremos el circuito permitiendo que la corriente eléctrica llegue hasta la bombilla.



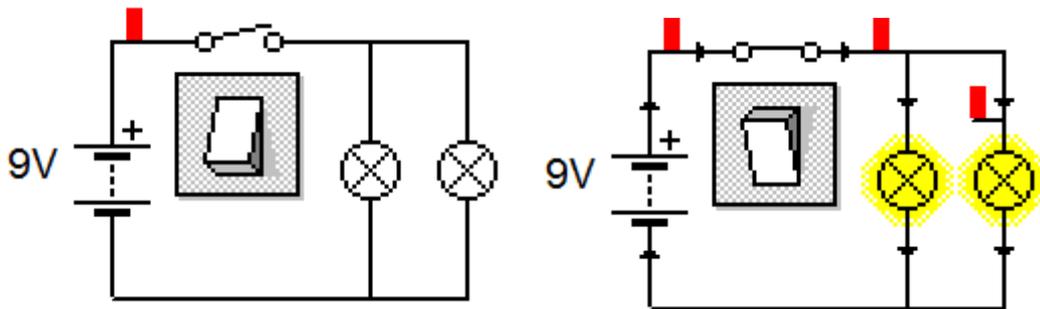
Es el circuito que existe en tu casa para encender la luz en la cocina.

### 6.3 Diseñar un circuito para encender y apagar dos luces de una habitación desde un único punto

Necesitaremos un generador, un interruptor y dos bombillas.



Las bombillas deben estar conectadas en paralelo. Al accionar el interruptor abriremos o cerraremos el circuito permitiendo que la corriente eléctrica llegue hasta las bombillas.

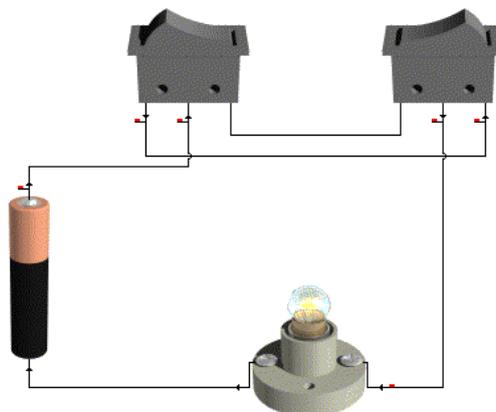


Fuente: <http://www.iesbahia.es>

Es el circuito que existe en tu casa para encender la luz en el baño cuando existen varias bombillas sobre el espejo.

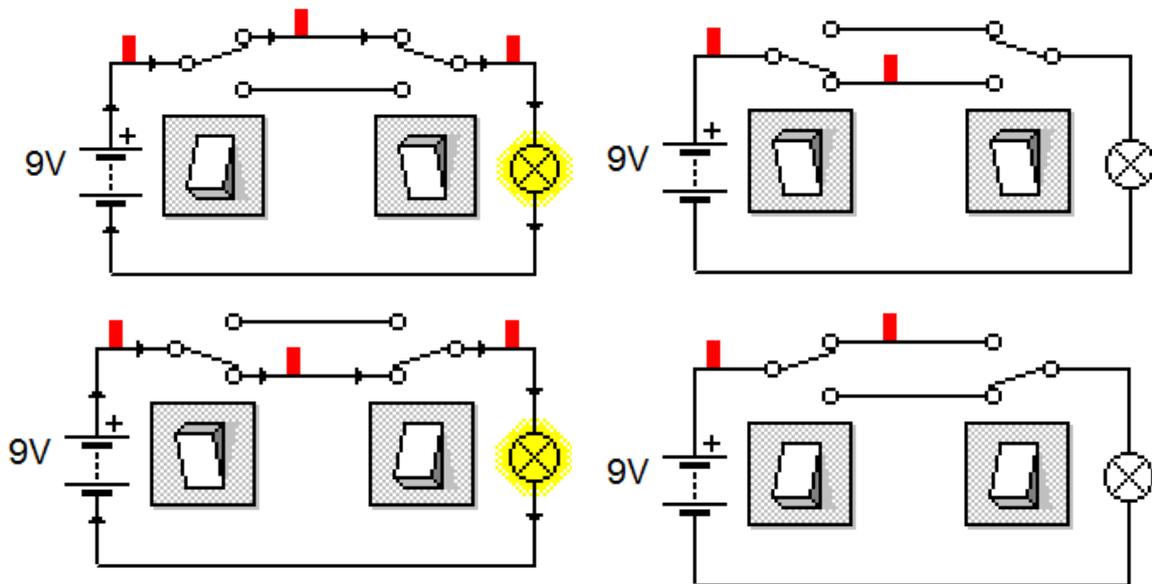
### 6.4 Diseñar un circuito para encender y apagar dos luces de una habitación desde un único punto

Necesitaremos un generador, dos conmutadores y una bombilla.



Colocamos los dos conmutadores de forma que entre ellos definimos dos ramas alternativas. Al mover los conmutadores conectamos a una u otra rama. Cuando movemos un

conmutador cualquiera invierte el funcionamiento del circuito, si la bombilla estaba apagada la enciende y viceversa.



Fuente: <http://ficus.pntic.mec.es>

Es el circuito que existe en tu casa para encender la luz en las habitaciones, un conmutador en la entrada y otro en el cabecero de la cama.

Si deseamos más de una luz basta con conectarla en paralelo con la que ya tenemos.

## 7. Aparatos de Medida

Son aquellos con los que medimos las diferentes magnitudes eléctricas de un circuito

### 7.1 Voltímetro

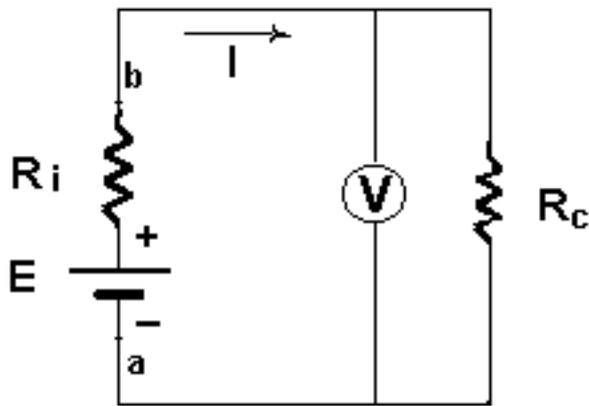
Para medir la tensión eléctrica se utiliza un aparato denominado voltímetro.

Su símbolo es:



Para medir la tensión se conectan los cables que salen del voltímetro a los extremos del componente cuya tensión queremos medir, de manera que esté en paralelo con él.

Para que la medida interfiera lo menos posible el circuito tiene que tener una resistencia eléctrica muy alta de manera que casi no pase casi intensidad por él.



Fuente: <http://es.wikipedia.org>



Fuente: <https://eda.educarex.es>

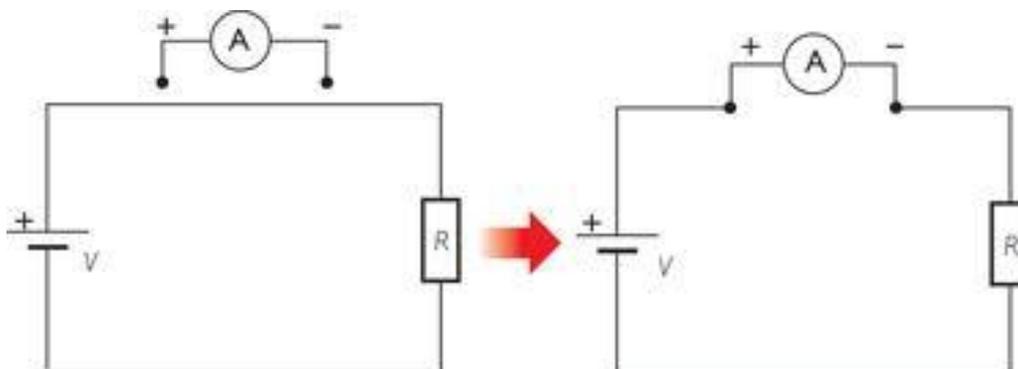
## 7.2 Amperímetro

Es utilizado para medir la corriente eléctrica que pasa por un circuito.

Su símbolo es:



Debido a que mide las cargas que pasan por el conductor se debe conectar en serie con el circuito para que todas las cargas pasen por él. Para que interfiera lo menos posible en el circuito tiene que tener una resistencia interna pequeña.





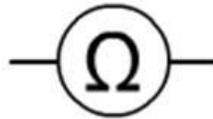
Fuente: <http://tr.wikipedia.org>

La intensidad de corriente se mide con un aparato denominado amperímetro.

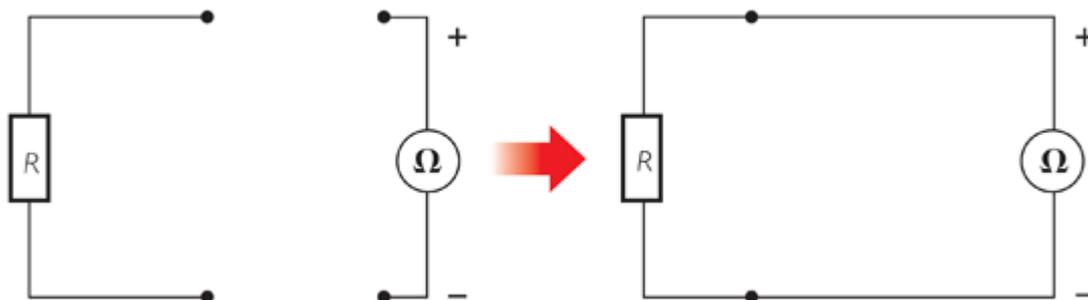
### 7.3 Óhmetro

Se utiliza para medir la resistencia eléctrica de un componente.

Su símbolo es:



Para medirla se tiene que desconectar el componente del circuito como se muestra en la figura.





Fuente: <http://en.wikipedia.org>

El óhmetro tiene una fuente de alimentación en la que  $V$  es constante y medimos la intensidad que circula cuando cerramos el circuito. Mediante la ley de Ohm calculamos la resistencia que es lo que nos presenta en pantalla.

$$R = V/I$$

#### 7.4 Polímetro o Multímetro

Este aparato nos permite medir las tres magnitudes eléctricas sin cambiar de aparato.

Tiene una ruleta selectora que nos permite seleccionar:

La magnitud que queremos medir en cada momento (tensión, intensidad o resistencia) y la escala para medir esas magnitudes medida de corriente alterna (DC) o continua (AC).

En la parte inferior tiene las conexiones para las sondas.

En la parte superior está la pantalla para ver las lecturas.



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info>

##### 7.4.1 Medida de Intensidades

Introducir la sonda negra en el agujero COM (negro) y la sonda roja en el agujero rojo (10A)  
Abrir el circuito y conectar la sonda roja a la parte del circuito unida al polo positivo (+) y la negra a la unida al polo negativo (-).

Girar el selector hasta ponerlo en la máxima intensidad posible, observar la lectura del dial y ver si es mayor o menor que la siguiente de la escala, si es mayor hemos terminado la medida, si es menor que la siguiente escala bajamos el regulador a la siguiente posición con lo que mejoramos la precisión. Repetimos la operación hasta que la medida sea superior a la siguiente escala en orden descendente.

Si la mínima escala posible es mayor que la medida obtenida cambiamos la sonda al agujero de mA, y repetimos la operación las veces que sea necesaria.

Deberemos seleccionar corriente alterna o continua

#### 7.4.2 Medida de Tensiones

Introducir la sonda negra en el agujero COM (negro) y la sonda roja en el agujero rojo V/ Ω.

Sin tocar el circuito, conectar la sonda roja a la parte del componente al polo positivo (+) y la negra a la unida al polo negativo (-).

Girar el selector hasta ponerlo en la máxima tensión posible, observar la lectura del dial y ver si es mayor o menor que la siguiente de la escala, si es mayor hemos terminado la medida. Si es menor que la siguiente escala bajamos el regulador a la siguiente posición con lo que mejoramos la precisión. Repetimos la operación hasta que la medida sea superior a la siguiente escala en orden descendente.

#### 7.4.3 Medida de Resistencias

Introducir la sonda negra en el agujero COM (negro) y la sonda roja en el agujero rojo V/

Desconectar el componente del circuito, conectar una de las sondas a uno de los extremos del componente y la otra al otro.

Girar el selector hasta ponerlo en la mínima resistencia posible y leer la pantalla, si es posible subir la escala de medida.

#### 7.4.4 Medida de Potencias

Para medir la potencia consumida en un componente deberemos medir simultáneamente la tensión y la intensidad que lo recorren. El valor de la potencia vendrá dado por la expresión:

$$P = V \cdot I$$

Existen aparatos que realizan directamente la medida de la potencia son los vatímetros, disponen de dos conexiones una para cada extremos del componente\*



Fuente: <http://de.wikipedia.org>

## 8. Resumen de contenidos

<b>Corriente Eléctrica</b>	Movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor	
<b>Resistencia Eléctrica</b>	Oposición al paso de las cargas eléctricas.	$R = \rho \cdot l/S$
<b>Voltaje</b>	Trabajo para llevar una carga de un punto a otro	$V = W/q$
<b>Intensidad</b>	Cantidad de cargas eléctricas que pasan por un conductor en un tiempo	$I = q/t$
<b>Ley Ohm</b>	Relaciona Tensión, Intensidad y Resistencia	$V = I \cdot R$
<b>Potencia</b>	Trabajo consumido o generado en la unidad de tiempo	$P = V \cdot I = V^2/R = I^2 \cdot R$
<b>Energía</b>	Trabajo consumido o generado en la unidad de tiempo	
<b>Circuito Eléctrico</b>	Asociación de elementos que permiten el paso de la corriente eléctrica	
<b>Conexión en Serie</b>	Un componente a continuación de otro	$R_{1,2,3} = R_1 + R_2 + R_3$ $V_{1,2,3} = V_1 + V_2 + V_3$
<b>Conexión en Paralelo</b>	Un componente al lado del otro. Las intensidades se reparten entre ambos y el voltaje es el mismo	$1/R_{1,2,3} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ $V_{1,2,3} = V_1 = V_2 = V_3$
<b>Amperímetro</b>	Mide la Intensidad. Se conecta en serie	
<b>Voltímetro</b>	Mide la Diferencia de Potencial. Se conecta en paralelo	
<b>Óhmetro</b>	Mide la Resistencia. El componente se desconecta del circuito.	

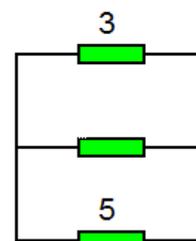
## 9. Actividades

### 9.1. Actividades Propuestas

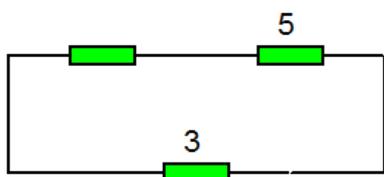
**AP 1:** Observa el siguiente circuito y averigua el dato que falta para que la resistencia resultante sea de  $10 \Omega$ .



**AP 2:** Observa el siguiente circuito y averigua el dato que falta para que la resistencia resultante sea de  $31/30 \Omega$ :



**AP3:** En el siguiente circuito mixto calcula R1 para que la resistencia equivalente o total valga 2  $\Omega$ .



### 1.2.1 Problemas sobre coeficiente de resistividad

**AP 4:**

¿De qué diámetro debo elegir un cable de cobre ( $\rho = 1,72 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ ) de sección circular que mide 2.000 metros para que su resistencia sea de 20  $\Omega$ ?

Como los cables tienen una sección circular, calculando la superficie de la sección podremos obtener el diámetro.

Nota: Recuerda que:

R =

### 1.2.2 Problemas sobre la ley de Ohm

**AP 5:**

¿Cuál tiene que ser el valor de la resistencia para que en sus extremos la tensión o diferencia de potencial sea de 15 voltios y la intensidad de corriente de 2 amperios?

**AP 6:**

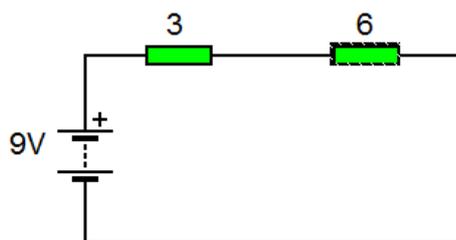
El valor de una resistencia por la que circula una corriente de 0,25 A de intensidad cuando el voltímetro marca 8V.

**AP 7:**

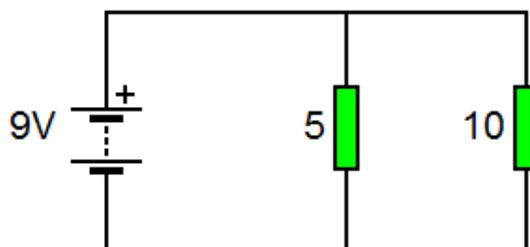
La diferencia de potencial en los extremos de una lámpara de 40  $\Omega$  de resistencia por la que circula una corriente de 0,6 A de intensidad.

### 1.2.3 Problemas sobre Circuitos Eléctricos

**AP 8:** Observa el circuito y calcula la diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia y la intensidad que circula por cada una de ellas. Las resistencias vienen expresadas en ohmios.



**AP 9:** Observa el circuito y calcula la diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia y la intensidad que circula por cada una de ellas. Las resistencias vienen expresadas en ohmios.



#### 1.2.4 Problemas sobre Potencia

**AP 10:** Sabiendo que por un horno eléctrico conectado a una red de 220 V circula una corriente de 10 A de intensidad, calcular la potencia eléctrica del horno y su resistencia

### 9.2 Actividades Complementarias

**AC1.** ¿Por qué los circuitos domésticos suelen tener los aparatos conectados en paralelo?

**AC2.** Dibuje un circuito que contenga los siguientes elementos: una pila, un interruptor, dos resistencias en serie, un amperímetro que mida la intensidad que circula por todo el circuito y dos voltímetros que midan la diferencia de potencial en cada resistencia.

**AC3.** ¿Cómo influyen la longitud y la sección en la resistencia eléctrica de un conductor?

**AC4.** La longitud de un hilo conductor de aluminio es de 5 m y tiene una sección de  $6 \text{ mm}^2$ . ¿Qué resistencia ofrecerá al paso de la corriente? (La resistividad del aluminio es la siguiente:  $\rho = 2,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ).

**AC5.** Tenemos tres resistencias de 4, 6 y  $8 \Omega$ , respectivamente. Calcule la resistencia total del conjunto en cada uno de los siguientes casos:

Si se conectan en serie. Si se conectan en paralelo. Primeras dos en serie y 3ª en paralelo.

**AC6.** La resistencia total de un conjunto de dos resistencias conectadas en paralelo es de  $6 \Omega$ . Si una de las resistencias vale  $10 \Omega$ , ¿cuál es el valor de la otra?

**AC7.** Un tostador de pan de  $660 \text{ W}$  de potencia está conectado a una de red de  $220 \text{ V}$ . Calcule la intensidad de la corriente que circula a través de él. Su resistencia.

**AC8.** Por un televisor conectado a una red de  $220 \text{ V}$  circula una corriente de  $0,8 \text{ A}$ . Calcule su potencia eléctrica, y exprese el resultado en vatios y en kilovatios. La energía que consume en tres horas de funcionamiento y su coste, suponiendo que el precio del kWh es de  $0,12$  euros.

**AC9.** Por un termo eléctrico de  $25 \Omega$  de resistencia pasa una corriente de  $150 \text{ V}$ . Calcule su potencia eléctrica y el calor desprendido en dos horas de funcionamiento.

### 9.3 Ejercicios de autoevaluación

1	Determina a qué voltaje hemos conectado una resistencia de $30\Omega$ si la intensidad que circula es de $0.5\text{A}$ .	
2	Si la potencia consumida por una resistencia es de $60\text{W}$ y la intensidad que lo recorre es de $3\text{A}$ . ¿Cuánto vale la tensión a la que está conectado?	
3	Calcula la carga suministrada por una pila durante 1 hora si consume una intensidad de $0.1\text{A}$ .	
4	Calcula la corriente que circula por una bombilla de $100 \text{ W}$ y $220 \text{ V}$ .	
	Determina la resistencia de la bombilla marcada con la siguiente etiqueta $100 \text{ W}$ y $220 \text{ V}$ .	
5	¿Cuál es la resistencia que ofrece un motor eléctrico, si conectado a una fuente de alimentación consume $0'05 \text{ A}$ cuando su tensión es de $3 \text{ V}$ ?	
6	Calcula la Intensidad de corriente que circula por un circuito que tiene una lámpara de $2 \Omega$ si la pila es de $4'5 \text{ V}$ .	
7	¿Cuántas pilas de $4.5 \text{ V}$ habrá que conectar en serie en un circuito si disponemos de 3 bombillas en serie que requieren $3 \text{ V}$ cada una para encenderse correctamente?	
8	¿Cuántas pilas de $9\text{V}$ habrá que conectar en serie en un circuito si disponemos de 3 bombillas en paralelo que requieren $9 \text{ V}$ cada una para encenderse correctamente?	
9	¿Cuántas pilas de $1.5 \text{ V}$ habrá que conectar en serie en un circuito si disponemos de 3 bombillas en paralelo que requieren $3 \text{ V}$ cada una para encenderse correctamente?	
10	Una bombilla tiene una potencia de $125\text{w}$ y absorbe una intensidad de $5 \text{ A}$ . Determinar la tensión aplicada.	

11	¿Cuánto vale la resistencia de una bombilla de 60 W conectada a una tensión de 220V?	
12	Un motor es alimentado con una tensión de 4.5 V y medimos un consumo de 0.1A. ¿Qué potencia desarrolla?	
13	Suponiendo que no existen pérdidas y que alimentamos un motor con una tensión de 4.5V, y desarrolla un trabajo de 270j en 10s. Calcula la corriente que circula por el motor.	
14	Calcula la tensión a la que se encuentra conectada una estufa de 1980w, si por ella circula una intensidad de 9 A.	
15	Calcula la intensidad que circula por un tostador conectado a una fuente de 220V, si consume una potencia de 1320w	
16	Una lavadora indica en su placa de características: 2200 W, 220 V. Calcula la intensidad que consumirá.	
17	Calcula la resistencia aparente que presenta la lavadora de la pregunta anterior.	
18	Calcula la resistencia del elemento calefactor de un horno cuya potencia es de 1500 W a 220 V.	
19	Si una bombilla marcada 60 W a 220 V se conecta a 125 V, cuál será su nueva potencia.	
20	Si una bombilla marcada como de 220v, 100W la conectamos a una tensión de 125 V. ¿se fundirá?	

## 10. Solucionario

---

### 10.1 Solucionario Actividades Propuestas

#### Solución AP 1

Las resistencias están conectadas en serie:  $10 \Omega = 3 \Omega + 5 \Omega + R3$

Luego despejando:

$$R3 = 10 - 3 - 5 = 2 \Omega$$

#### Solución AP 2

Las resistencias están conectadas en paralelo:

$$1/3 + 1/R2 + 1/5 = 31/30$$

Pasamos todas las fracciones numéricas a la izquierda:

$$1/R2 = 31/30 - 1/5 - 1/3$$

Es decir:

$$1/R2 = 31/30 - 6/30 - 10/30 = 15/30$$

Luego

$$R2 = 30/15 = 2 \Omega$$

### Solución AP 3

Si llamamos:

$$R1 + 5 = x$$

$$1/x + 1/3 = 1/2$$

Para resolver esta ecuación pasamos las fracciones numéricas al segundo miembro.

$$1/x = 1/2 - 1/3 = (3 - 2) / 6 = 1/6$$

Luego:

$$X=6 \Omega$$

Despejando R1

$$R1= x - 5 = 6 \Omega - 5 \Omega = 1 \Omega$$

### Solución AP 4

Datos de los que disponemos:

$$R= 20\Omega$$

$$L = 2000m$$

$$\rho = 1,72 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2 / m$$

Sustituimos los datos en tendremos:

$$20 \Omega = 1,72 \cdot 10^{-2} \cdot 2000$$

Que es una ecuación con una incógnita (S). Pasamos S multiplicando al primer miembro:

$$20 \Omega = 1,72 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2 / m) \cdot 2000 m / S = 1,72 \cdot 20 \Omega \cdot \text{mm}^2 / S = 34,4 \Omega \cdot \text{mm}^2 / S$$

Despejando S:

$$S = 34,4 \Omega \cdot \text{mm}^2 / 20 \Omega = 1,72 \text{ mm}^2$$

Ya hemos averiguado la superficie o el área de la sección del cable.

Sustituyendo en la fórmula del área o superficie del círculo:

$$S = \pi \cdot r^2$$

Obtendremos el radio de la sección:

$$1,72 \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot r^2$$

Es una ecuación con una incógnita. Despejamos  $r^2$ :

$$r^2 = 1,72 \text{ mm}^2 / 3,14 = 0,55 \text{ mm}^2$$

Luego:

$$r = \sqrt{0,55} \approx 0,74 \text{ mm}$$

El diámetro del cable es el doble del radio, es decir:

$$\text{Diámetro} = 1,48 \text{ mm}$$

### Solución AP 5

La incógnita es la resistencia R. Sustituimos los datos que tenemos en la expresión:

$$V = I \cdot R$$

$$15 \Omega = 2 \cdot R$$

Luego:

$$R = V/I = 15 / 2 = 7,5 \Omega$$

### Solución AP 6

Las fórmulas que nos sirven para relacionar estas tres magnitudes son las de la ley de Ohm. En este caso deberemos calcular la resistencia (R) conociendo la intensidad (0,25 A) y la diferencia de potencial (8 V):

$$R = V/I = 8 / 0.25 = 32 \Omega$$

### Solución AP 7

Para calcular la diferencia de potencial (V) conociendo la resistencia (40  $\Omega$ ) y la intensidad (0,6 A), utilizaremos otra fórmula procedente de la ley de Ohm:

$$V = I \cdot R = 0,6 \text{ A} \cdot 40 \Omega = 24 \text{ V}$$

### Solución AP 8

Las resistencias están conectadas en serie luego  $R_{\text{total}} = 3 + 6 = 9 \Omega$

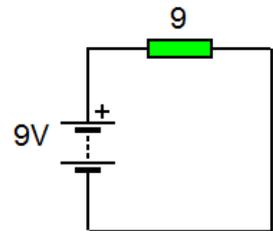
Aplicando la ley de Ohm  $I = V/R = 9\text{V} / 9 \Omega = 1 \text{ A}$

Esta intensidad será la que pase por todas las resistencias. Conociéndola podemos calcular la diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia.

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = 1 \text{ A} \cdot 3 \Omega = 3 \text{ V}$$

$$V_2 = I_2 \cdot R_2 = 1 \text{ A} \cdot 6 \Omega = 6 \text{ V}$$

Observa que la suma de las caídas de potencial en las resistencias es igual a la tensión proporcionada por la pila  $3\text{V} + 6\text{V} = 9\text{V}$



### Solución AP 9

Al estar conectadas en paralelo la diferencia de potencial entre los extremos de las resistencias es la misma. Por eso podemos calcular la intensidad que circula por cada una de ellas.

Aplicando la ley de Ohm

$$I_1 = V/R_1 = 9\text{V} / 5 \Omega = 1.8 \text{ A}$$

$$I_2 = V/R_2 = 9\text{V} / 10 \Omega = 0.9\text{A}$$

La intensidad total que pasa por los conductores comunes y la pila será:

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2$$

$$I_{\text{total}} = 1.8 + 0.9 = 2.7 \text{ A}$$

### Solución AP 10

La fórmula para el cálculo de la potencia eléctrica (P) a partir de la diferencia de potencial (V) y de la intensidad (I) es la siguiente:  $P = V \cdot I$ . Por lo tanto:

$$P = V \cdot I = 220 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} = 2\,200 \text{ W}$$

Su resistencia

La resistencia se puede calcular utilizando la ley de Ohm:

$$R = V/I = 220\text{V} / 10\text{A} = 22 \Omega$$

## 10.2 Solucionario Ejercicios Autoevaluación

1	$V=15V$
2	$V = 20V$
3	$Q =360\text{ c}$
4	$I=0.4545A$
	$R=484\Omega.$
5	$R = 240\Omega$
6	$I=2.25A$
7	2 pilas en serie
8	1 única pila
9	2 pilas en serie
10	$V= 25V$
11	$R = 806.6\ \Omega$
12	$P=0.45W$
13	$I= 6A$
14	$V= 220V.$
15	$I = 6A$
16	$I=10A$
17	$R= 22\ \Omega$
18	$R=32.26\ \Omega$
19	$P =19.37\ W,$
20	No porque la intensidad es menor que cuando está conectada a 220V para los que está diseñada

## 11. Glosario

---

- **Corriente eléctrica:** es el movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor.
- **Voltaje, Diferencia de Potencial o Tensión:** es el trabajo para llevar una carga de un punto a otro.
- **Amperímetro:** aparato de medida para medir intensidades.
- **Voltímetro:** aparato de medida para medir voltajes.
- **Óhmetro:** aparato de medida para medir resistencias.

## 12. Bibliografía y recursos

---

Materiales ESPAD Consejería de Educación Junta de Extremadura  
Materiales ESPAD Gobierno de Aragón